



Olika mastitpatogenerns inverkan på mjölk kvalitet och juverhälsa

Different mastitis pathogens impact on milk quality and udder health



av

Sara Andersson

**Institutionen för husdjurens
utfodring och vård**

**Examensarbete 302
15 hp C-nivå**

**Swedish University of Agricultural Science
Department of Animal Nutrition and Management**

Uppsala 2010



Olika mastitpatogenerns inverkan på mjölk kvalitet och juverhälsa

Different mastitis pathogens impact on milk quality
and udder health

av

Sara Andersson

Handledare: Maria Åkerstedt och Linda Forsbäck

Examinator: Ewa Wredle

Nyckelord: Mastitpatogen, mjölk kvalitet, juverhälsa

Detta arbete har genomförts inom ramen för kursen EX0553, Kandidatarbete i Husdjursvetenskap – C15. Kursen består i huvudsak av en handledd litteraturgenomgång som leder fram till ett examensarbete inom huvudområdet husdjursvetenskap. I kursen ingår undervisning i att söka och värdera vetenskaplig litteratur samt i muntlig och skriftlig presentation.

**Institutionen för husdjurens
utfodring och vård**

**Swedish University of Agricultural Science
Department of Animal Nutrition and Management**

**Examensarbete 301
15 hp C-nivå
Kurskod: EX0553**

Uppsala 2010

Sammanfattning

Mastit är en vanligt förekommande sjukdom hos dagens mjölkkor och orsakar stora ekonomiska förluster i mjölkproduktionen. Mastit påverkar både juverhälsan och mjölkkvaliteten negativt. Flertalet studier fokuserar på hur mjölksammansättningen förändras hos kor med konstaterad mastit, men det är få studier som fokuserar på huruvida specifika mastitpatogener påverkar mjölkkvaliteten på olika sätt.

Syftet med denna litteraturöversikt är därför att jämföra hur några av de vanligaste mastitpatogenerna påverkar sammansättningen på mjölken och juverhälsan. De mastitpatogener som jämförs ur mjölk-kvalitet- och juverhälsosynpunkt är *Staphylococcus* (*S.*) *aureus*, *Streptococcus* (*Str.*) *dysgalactiae*, *Str. uberis*, *Escherichia* (*E.*) *coli*, koagulas-negativa stafylokocker (KNS) och *Str. agalactiae*.

Hypotesen är att en bakterie som är allvarlig ur juverhälsosynpunkt inte behöver vara lika allvarlig ur mjölk-kvalitetssynpunkt och vice versa. Litteraturen tyder på att allvarlighetsgraden på mjölk-kvalitet och juverhälsa varierar både mellan och inom bakterieart. Till exempel kan *E. coli* vara allvarlig både ur mjölk-kvalitet- och ur juverhälsosynpunkt. Samtidigt behöver *Str. dysgalactiae* inte vara allvarlig för juverhälsan men kan få förödande konsekvenser för kvaliteten på mjölken.

Abstract

Mastitis is the most common disease among dairy cows affecting the economy in the dairy production. Mastitis affects udder health as well as milk quality in a negative way. Most studies focus on how the milk composition will be affected in cows with mastitis, whereas only a few studies examine how specific mastitis pathogens affect the milk quality.

The aim of this literature review is therefore to compare some of the most common mastitis pathogens from a milk quality as well as an udder health perspective. The mastitis pathogens included in the review are; *Staphylococcus* (*S.*) *aureus*, *Streptococcus* (*Str.*) *dysgalactiae*, *Str. uberis*, *Escherichia* (*E.*) *coli*, coagulase-negative staphylococcus (CNS) and *Str. agalactiae*.

The hypothesis is that bacteria could be severe from udder health perspective but mild from a milk quality perspective and vice versa. The result from the present review indicates that the effect on milk quality and udder health differ between and within bacteria species. For example, *E. coli* might be severe from a milk quality as well as udder health perspective, while *Str. dysgalactiae* might be mild from an udder health perspective but have devastating consequences for milk quality.

Introduktion

Juverinflammation (mastit), är en stor förlustbringande sjukdom i dagens mjölkproduktion. Detta på grund av minskad mjölmängd, behandlingskostnader, försämrad mjölk-kvalitet och ökade rekryteringskostnader. Inte mindre än 60 % av Sveriges mjölkkor drabbas varje år av någon form av mastit, där subklinisk mastit är den vanligaste formen (SVA, 2007). Mastit orsakas i de flesta fall av att sjukdomsframkallande bakterier (patogener) tränger in i spenkanalen och etablerar sig i juvret.

Vid mastit startar en rad olika processer i juvret för att försvara kon mot den infekterande patogenen. Dels rekryteras vita blodkroppar till juvret vilka bär det huvudsakliga ansvaret för att bekämpa bakterien. De vita blodkropparna utsöndras sedan med mjölken och kan därför

fungera som en indikator på om det förekommer en infektion i juvret då celltalet (SCC) i mjölken höjs. Studier har visat att mjölk från juverdelar med förhöjt SCC har ändrad sammansättning och därmed försämrade förutsättningar för tillverkning av mejeriprodukter (Auldist & Hubble, 1998). Det kan därför få stora konsekvenser både för mejerierna och för lantbrukaren om sådan mjölk levereras till mejeriet. Lantbrukaren får sämre betalt för mjölken om SCC i tankmjölken är för hög och mejerierna får svårigheter att tillverka mejeriprodukter av hög kvalitet. En sak som dock bör tas i beaktning är att förhöjt SCC inte nödvändigtvis behöver bero på en fastställd infektion då förhöjt SCC i mjölken kan beror på flera faktorer, t.ex. sker en förhöjning av SCC i början och slutet av laktationen (Walstra et al., 2006).

De olika patogenerna som orsakar mastit påverkar inte juverhälsan i samma omfattning. Detta beror dels på att vissa bakterier producerar toxiner vilket kan leda till allvarlig sjukdom. Vissa patogener kan även vara svåra att behandla med antibiotika vilket kan få förödande konsekvenser då sjukdomen kan vara svår att bli av med.

I tidigare undersökningar har det oftast fokuserats på hur förhöjt SCC påverkat mjölk kvaliteten. Vad som oftast inte utreds är om det är skillnad i mjölk kvalitet mellan infektioner som orsakats av olika patogener. Studier som undersökt olika bakteriers inverkan på juverhälsa har oftast fokuserat på det veterinära utan att gå vidare in på hur mjölk kvaliteten påverkas. Det saknas därför en koppling mellan juverhälsa och mjölk kvalitet i majoriteten av tidigare studier.

Syftet med denna litteraturoversikt är att jämföra hur några av de viktigaste mastitpatogenerna i Sverige (*Staphylococcus (S.) aureus*, *Streptococcus (Str.) dysgalactiae*, *Str. uberis*, *Escherichia (E.) coli*, koagulas-negativa stafylokocker (KNS) och *Str. agalactiae*) påverkar sammansättningen på mjölken och juverhälsan. Hypotesen är att en infektion som är allvarlig ur juverhälsosynpunkt inte behöver vara lika allvarlig ur mjölk kvalitetsynpunkt och vice versa.

Juvret

Kons juver består av fyra delar vilka är avdelade från varandra med bindvävsligament. Varje separat juverdel har sina egna mjölkkörtlar (Sjaastad et al., 2003). Infektion i en av juverdelarna behöver därför inte betyda att de andra juverdelarna har blivit infekterade (Barkema et al., 1997). Mjölkalveolerna är de minsta beståndsdelarna i juvret. De är uppbyggda av juverepitelceller som är de mjölkbildande enheterna. Alveolerna är omgivna av ett tätt kapillärnätverk som transporterar mjölkbildningskomponenter m.m. till juvret. För att bilda en liter mjölk måste det cirkulera ca 500 liter blod genom juvret (Sandholm et al., 1995). Mjölkalveolerna är cirkulära, ihåliga enheter och det är inuti alveollumen mjölken lagras innan den utsöndras. Från mjölkalveolerna grenar ett stort nätverk av mjölkgångar ut sig. Dessa mynnar sedan i fem till 20 stycken lite större mjölkgångar som i sin tur mynnar i ett hålrum längs ner i juvret, den så kallade juvercisternen. Från juvercisternen går spenkanalen genom spenen vilket sedan mynnar i spenöppningen längs ner i spenen (Sjaastad et al., 2003).

Mjölkbildning

Sammansättningen på mjölken påverkas av flera faktorer såsom foderstatens sammansättning, tid i laktationen, juvertömningsgrad, ras och juverhälsa. Mjölk består ungefär av 87 % vatten, 4,0 % mjölkfett, 3,3 % mjölkprotein, 4,6 % laktos och 0,7 % mineralämnen (Walstra et al., 2006).

De olika mjölkkomponenterna bildas i juverepitelcellen där det sker olika energikrävande processer. Dessa är: olika syntesprocesser av t.ex. laktos och fettsyror, upptag av ursprungssämnen som behövs till mjölksyntesen, transporter inne i cellen samt transporter från blodet till alveollumen (Sjaastad et al., 2003).

Laktos är en disackarid som bildas av en glukos- och en galaktosmolekyl inne i epitelcellen. När laktos syntetiseras bildas det en osmotisk gradient vilket bär det huvudsakliga ansvaret för bildandet av vattenfasen i mjölken. Mjölkfett består till 97-98% av triglycerider, vilka innehåller tre fettsyror och en glycerolmolekyl. De långa fettsyrorna transporteras till epitelcellen via blodet medan de korta fettsyrorna bildas i cellen av acetat och betahydroxybutyrat. Mjolkproteinet bildas av aminosyror som transporterats till epitelcellen (Sjaastad et al., 2003). Mjolkproteinerna som bildas består av ca 80 % kasein och resten är vassleproteiner. Kaseinet som bildas i juvret består av α - β - och κ -kasein medan vassleproteiner som bildas i juvret är α -laktalbumin och β -laktoglobulin. Vassleproteinerna består även av en rad olika serumproteiner (Sandholm et al., 1995). Vitaminer, mineraler, salter m.m. transporteras från blodet via epitelcellen till alveollumen (Sjaastad et al., 2003).

Mastit

Mastit definieras som inflammation i juvret. Mastit induceras främst genom att bakterier tränger in i spenkanalen. Om bakterierna undkommer kons immunförsvar börjar de föröka sig i juvret och vissa producerar toxiner vilket är skadliga för mjölkkörteln (Sandholm et al., 1995). Vid klinisk mastit ändras konsistensen på mjölken, juvret blir hårt och svullet och kon kan få feber. Men det finns även subklinisk mastit vilket inte ger några kliniska symptom (Sjaastad et al., 2003). Vid en infektion i juvret ansamlas en mängd vita blodkroppar, främst neutrofiler, i juvervävnaden. Neutrofilerna utsöndras med mjölken och orsakar det höga SCC (Auldist & Hubble, 1998). Om SCC överstiger 100 000 celler/ml i mjölk från infekterade juverdelar, tyder detta på infektion (Sandholm et al., 1995). Mastit, såväl klinisk som subklinisk orsakas av olika bakterier. Några är mer vanligt förekommande än andra. I tabell 1 visas några av de mest förekommande mastitpatogener i Sverige som orsakar klinisk och subklinisk mastit.

Tabell 1. Proportion (%) bakterier från alla prov som påvisats hos kor med klinisk mastit (efter Ericsson Unnerstad et al., 2009) samt proportion (%) bakterier från alla prov som påvisats hos kor med subklinisk mastit (efter Persson, 2010 personligt meddelande)

Mastitpatogen	klinisk mastit (%)	subklinisk mastit (%)
	n=1056	n=641
<i>Staphylococcus aureus</i>	21,3	17,4
koagulas-negativa stafylokocker	6,2	16,2
<i>Streptococcus uberis</i>	11,1	8,0
<i>Streptococcus dysgalactiae</i>	15,6	7,8
<i>Escherichia coli</i>	15,9	2,8
<i>Streptococcus agalactiae</i>	1,0	0,1

Vad händer i juvret och med mjölken vid mastit

Inflammation

Vid en infektion i juvret startar en inflammationsprocess. Makrofagerna som dominerar i det friska juvret frisätter cytokiner när en patogen infekterar juvret. Cytokinerna gör att cellväggarna blir genomsläppliga för neutrofiler som verkar i den inflammatoriska processen

(Le Roux et al., 2003). Fagocytos med hjälp av neutrofiler är det mest effektiva försvaret mot bakterieinfektioner (Paape et al., 1995). När neutrofilerna fagocyterar bakterien frisläpps oxidanter. Dessa ämnen förgör inte enbart bakterierna utan även epitelvävnad i området (Paape et al., 2002). Epitelcellerna förstörs även när neutrofilerna migrerar in till alveollumen från blodet mellan epitelcellerna (Sandholm et al., 1995). Skador i epitelet leder till att ämnen kan passera fritt mellan mjölk och blod vilket innebär att mjölk-blodbarriären försämras (Le Roux et al., 2003).

Försämrade mjölk- blodbarriär i juvret och ökad proteolytisk aktivitet i mjölken

I och med att mjölk-blodbarriären försämras läcker olika proteaser till mjölken från blodet. Det finns två huvudsakliga proteaser i mjölk som båda har sitt ursprung från blodet, plasminsystemet och lysosomala proteaser vilka produceras av de somatiska (endogena) cellerna (Kelly et al., 2006). Plasmin är den huvudsakliga aktören i nedbrytningsprocessen av kasein (Le Roux et al., 2003). I sin inaktiva form kallas plasmin för plasminogen. Det är först i mjölken som plasminogenet aktiveras till plasmin (Kelly et al., 2006). Plasmin bryter ner α - och β - kasein. β - kaseinet bryts ner till proteospepton och γ -kasein. (Bastian & Brown, 1996). Även andra proteaser produceras av neutrofilerna som utsöndras till mjölken under inflammationsprocessen. Kollagenas, cathepsin D, cathepsin G och elastas är några av dessa (Fox & Kelly, 2006). Den ökade proteolytiska aktiviteten i mjölken gör att sammansättningen på mjölkproteinerna ändras i mjölk som kommer från infekterade juverdelar. Generellt ökar andelen vassleproteiner och andelen kaseiner minskar. Dock ökar andelen κ -kasein då övriga kaseinfragment sönderdelas. De vassleproteiner som ökar är serumproteinerna vilka har sitt ursprung från blodet och transporteras till mjölkkörteln under inflammationen. Detta underlättas då mjölk- blodbarriären är försämrade. Mjölken från de infekterade juverdelarna innehåller t.ex. γ -kasein som tidigare varit en del av β - kasein (Sandholm et al., 1995).

Den försämrade mjölk-blodbarriären gör även att epitelcellernas förmåga att kontrollera koncentrationen av joner i mjölken försämras samtidigt som den passiva genomsläppligheten ökar. Konsekvensen blir att natriumkloridkoncentrationen blir högre samtidigt som kalcium-, fosfor-, magnesium- och kaliumkoncentrationen minskar drastiskt (Sandholm et al., 1995).

Konsekvens av skadade juverepitelceller

Eftersom juverepitelcellerna i den infekterade juverdelen är skadade blir det därmed en reducerad syntes av laktos, protein och fett. Den totala mängden av laktos, protein och fett minskar därför i mjölk från infekterade juverdelar (Sandholm et al., 1995; Auldist & Hubble, 1998). Då laktos är den huvudsakliga osmosreglerande komponenten under mjölksyntesen minskar mjölmängden betydligt i följd av den minskade laktosyntesen (Sandholm et al., 1995; Le Roux et al., 2003).

Övrig enzymatisk aktivitet

Förutom proteaser så förekommer det även en förhöjd enzymatisk aktivitet av lipaser och oxidaser i mjölk från infekterade juverdelar. Dessa kan ha ursprung från somatiska celler och blodet, men de kan även ha ursprung från den infekterande bakterien. När andelen lipaser ökar i mjölk från infekterade juverdelar så ökar även mängden fria fettsyror. Fettsammansättningen ändras betydligt vilket försämrar kvaliteten på mjölkprodukterna. Andelen korta fettsyror ökar något samtidigt som andelen långa fettsyror minskar (Sandholm et al., 1995).

Högt SCC och dess påverkan på mejeriprodukter

Det har visat sig att högt SCC har en negativ inverkan på ostmängd, ger kaseinförluster och ökad koaguleringsstid (Le Roux et al., 2003). Osten kan även få högre innehåll av vatten och ostmassan blir då mjukare och förlorar sin fasthet (Auldist & Hubble, 1998). Syrade produkter som produceras av mjölk med förhöjd SCC får förlängd koaguleringsstid (Auldist & Hubble, 1998). Smör som produceras av mjölk med förhöjt SCC får en ökad kärningstid, kortare hållbarhet och försämrad lukt (Auldist & Hubble, 1998). Mjölkpulver blir mer värmestabilt (Le Roux et al., 2003) och får en kortare hållbarhet (Auldist & Hubble, 1998). Grädde får försämrade vispningsegenskaper och konsumtionsmjölk får kortare hållbarhet när de baseras på mjölk med förhöjd SCC (Auldist & Hubble, 1998).

Mastitpatogener och deras effekt på mjölken och juverhälsan

Mastitpatogener påverkar kvaliteten på mjölken och juverhälsan på flera sätt. I tabell 2 redovisas en sammanfattning på hur några mastitpatogener påverkar sammansättning och processegenskaper hos mjölken. Bakterier producerar extracellulära enzymer som påverkar mjölken på olika sätt. Samtidigt aktiverar de immunsystemet som kan svara olika beroende på vilken bakterie det är som infekterar juvret (Leitner et al., 2006). De olika patogenerna påverkar även juverhälsan i olika omfattning. Detta beror på att vissa patogener producerar toxiner som kan vara allvarliga för juverhälsan (Sandholm et al., 1995) samtidigt som olika patogener svarar olika på antibiotikabehandling (Persson, 2010 personligt meddelande). De patogener som orsakar mastit är mer eller mindre vanliga och vissa är mer vanliga som kliniska medan andra är mer vanliga som subkliniska mastiter, se tabell 1.

Tabell 2. Medelvärden på sammansättning och egenskaper på mjölk från juverdelar som är friska respektive infekterade med *Streptococcus* (*Str.*) *dysgalactiae*, *Escherichia* (*E.*) *coli*, *Staphylococcus* (*S.*) *aureus*, *Str. chromogenes*^b (efter Leitner et al., 2006)

Parameter	Friska juverdelar	Infekterade juverdelar			
		<i>Str. dysgalactiae</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>Str. chromogenes</i> ^b
SCC (celler/ml)	100 000	3 100 000	4 000 000	900 000	500 000
Fett (g/l)	31,2	33,8	29,8	34,2	33,8
Protein (g/l)	32,0	33,0	40,3	33,7	33,0
Kasein (g/l)	26,2	24,6	27,4	26,8	25,6
Vassleproteiner (g/l)	6,6	9,12	12,55	7,68	7,46
Laktos (mM)	144	123	124	136	140
Proteospepton (µg/ml)	490	1043	1374	563	563
Koaguleringsstid (s)	650	2940	- ^a	1078	1225
Ostmassans fasthet, 30 min efter tillsats av fromase ^c (V)	6,58	1,02	- ^a	3,22	3,81

^aFinns ej studerat för *E. coli*

^b*S. chromogenes* ingår i gruppen koagulas-negativa staphylococcer

^cproteas som används istället för löpe vid framställning av ost

Streptococcus dysgalactiae

Str. dysgalactiae finns runt omkring i stallmiljön och smittar både direkt från miljön och mellan kor (NMC, 2010). *Str. dysgalactiae* är ofta lättbehandlad med penicillin (Persson, 2010 personligt meddelande).

Studier har visat att SCC stiger till runt 3 100 000 celler/ml i mjölk från den *Str. dysgalactiae*-infekterade juverdelen (Leitner et al., 2006). Resultat från studier visar att vid en subklinisk infektion av *Str. dysgalactiae* ändras inte det totala innehållet av fett och protein i mjölken. Däremot visade studierna att laktoshalten och kaseininnehållet blir lägre samtidigt som vassleprotein- och proteospeptonhalten blir högre i mjölk från juverdelar infekterade med *Str. dysgalactiae* (Leitner et al., 2006; Merin et al., 2008). Merin et al. (2008) visade även att konsistensen i yoghurt som producerats av mjölk från *Str. dysgalactiae*-infekterade juverdelar förändras och blir mjukare. I samma studie ökade koaguleringstiden vid osttillverkning nästan 2,5 gånger, konsistensen på den färska osten blev mjukare, proteolysen ökade och ostmängden minskade med 7,6 % (Merin et al., 2008). sammanfattning

Escherichia coli

E. coli producerar ett endotoxin (lipopolysackarid), vilket är en membrankomponent som sekreteras under delning destruering och lysning av bakterien. Symptomen som uppkommer i samband med en *E. coli*-infektion beror på värdjurets svar på endotoxinet (Burvenich et al., 2003). Vanligt förekommande symptom vid klinisk *E. coli*-infektion är svullet juver, hög feber, förhöjd hjärtfrekvens, minskad vommaktivitet, minskad aptit och minskad mjölmängd i alla juverdelar. I vissa fall kan kon även få diarré och mjökläckage. Konsistensen på mjölken blir vattnig och mjölken kan innehålla flockor (Moussaoui et al., 2004). Vid enterotoxinchock kan kon bli väldigt dålig på bara några timmar. Kon blir då liggande utan att kunna resa på sig och sjukdomen leder ofta till döden. *E. coli* bakterien finns naturligt i kons tarmflora och smittar via kontakt med avföring (Sandholm et al., 1995). Patogenen kan även smitta via foder, vatten och jord (Hogan & Smith, 2002). Det är väldigt viktigt att hålla kons juver rent och att hon inte lägger sig ner direkt efter mjölkning, då båspallar kan vara kontaminerade med *E. coli* via gödseln. *E. coli* är en miljöbunden bakterie och smittar inte mellan kor (Sandholm et al., 1995). *E. coli*-infektion kan vara svår att behandla men läker ofta utan antibiotika (Persson, 2010 personligt meddelande)

E. coli-infektioner leder vanligtvis till kraftig ökning av SCC. Studier har visat att SCC kan stiga upp emot 4 000 000 celler/ml mjölk från den *E. coli*-infekterade juverdelen (Moussaoui et al., 2004; Leitner et al., 2006). Enligt Leitner et al. (2006) ändras inte det totala innehållet av fett och protein vid en subklinisk *E. coli*-infektion. Däremot blev koncentrationen av laktos lägre och vassleproteiner och proteospepton högre i studien. Plasminaktiviteten förblev oförändrad samtidigt som plasminogenkoncentrationen ökade (Leitner et al., 2006).

Enligt Coulon et al. (2002) ökar det totala proteininnehållet vid en klinisk infektion som orsakats av *E. coli*. I samma studie minskade laktos- och kaseininnehållet samtidigt som vassleproteininnehållet ökade. Moussaoui et al., (2004) fann även att proteospeptonhalten och plasminaktiviteten ökade.

In vitro-studier (studier i en konstgjord miljö utanför kon) har visat att *E. coli* påverkar proteolysen av kaseinet under osttillverkning (Morales et al., 2003). Däremot fann Proos (2009) ingen nedbrytning av kasein vid 37°C inkubation i mjölk från *E. coli*-infekterade juverdelar. Dufour et al. (2009) hittade fyra proteaser som producerats av *E. coli* vilka var kapabla att bryta ner kasein. Det visade sig dock att dessa enzymer inte bär det huvudsakliga

ansvaret för den omfattande nedbrytningen av kasein i mjölk. De trodde istället att det var endogena enzymer vilka producerats av somatiska celler som står för den huvudsakliga nedbrytningen av kasein.

Staphylococcus aureus

S. aureus-infektioner i juvret kan få mycket allvarliga konsekvenser då den ofta är svårbehandlad och ibland förekommer även resistens mot penicillin vilket gör den än mer svårbehandlad (Persson, 2010 personligt meddelande). Den är även mycket smittsam mellan kor och leder därför ofta till utslagning av den drabbade kon. *S. aureus* har även en speciell virulensfaktor (α -haemolysin) vilken kan orsaka kallbrand i juvret. Om kon drabbas av kallbrand är utgången oftast dödlig. Andra allvarliga symptom som kan uppkomma vid en *S. aureus*-infektion är hög feber, dålig aptit, juvret blir svullet och rodnar, juvret blir senare kallt, mjölk och urin kan bli blodblandade. Lite mindre allvarliga symptom är att mjölken innehåller flockor, mjölken kan senare bli vattnig och gulaktig, ibland kan mjölken även bli blodblandad (Sandholm et al., 1995).

Resultat från studier visade att vid en infektion av *S. aureus* kan SCC stiga till runt 700 000-900 000 celler/ml mjölk från infekterade juverdelar men SCC kan variera markant (Leitner et al., 2003; Leitner et al., 2006). Studier visar att en subklinisk infektion orsakad av *S. aureus* inte påverkar det totala innehållet av fett (Leitner et al., 2006) och protein (Coulon et al., 2002). Resultatet från studier visar även att laktoshalten har en tendens att sjunka, (Coulon et al., 2002; Leitner et al., 2006) proteospeptonhalten ökar (Leitner et al., 2006) och kaseinet förblir opåverkat (Coulon et al., 2002). Enligt Leitner et al. (2006) förblir plasminaktiviteten opåverkad, koaguleringstiden ökar och fastheten på osten försämras (Leitner et al., 2006).

Resultatet från en studie visade att vid klinisk mastit orsakad av *S. aureus* får mjölken ett ökat innehåll av totalt protein och vassleprotein samtidigt som kaseininnehållet förblir opåverkat och laktosinnehållet minskar markant (Coulon et al., 2002).

Proos (2009) fann i en *in vitro*-studie att *S. aureus* bryter ner större mängden β -kasein och en stor del av α -kasein under inkubation i 37°C. I studien fann man även att pH på mjölken sjönk från 6,5 till 5,9 efter 18h inkubation i 37°C.

Koagulas- negativa stafylokker

De mest vanliga KNS som orsakar mastit är *S. chromogenes*, *S. epidermidis*, *S. xylosus*, *S. simulans* och *S. haemolyticus*. När det gäller subkliniska mastiter är *S. epidermidis* vanligast hos förstakalvare och *S. chromogenes* är vanligast hos äldre kor (Thorberg et al., 2009). Mastiter som orsakats av KNS ger milda symptom och förblir ofta subkliniska (Pyörälä & Taponen, 2009). Det varierar hur svårbehandlade KNS är. De kan antingen svara bra på penicillinbehandling men det finns även de KNS som är resistenta mot penicillin (Persson, 2010 personligt meddelande).

Vid en KNS-infektion har flertalet studier visat att endast en måttlig ökning av SCC sker. Enligt Leitner et al. (2006) och Pyörälä & Taponen (2009) steg SCC till 500 000 celler/ml i mjölken från den KNS infekterade juverdelen. En studie har visat att vid en subklinisk infektion av *S. chromogenes*, vilken tillhör gruppen KNS, ändras inte det totala innehållet av fett, protein, laktos, vassleprotein och kasein (Leitner et al., 2006). Coulon et al. (2002) och Forsbäck et al. (2010) fann däremot att lakoshalten var lägre i mjölk från KNS-infekterade juverdelar jämfört med friska juverdelar. Forsbäck et al. (2010) fann även en högre andel av vassleproteiner och natrium samtidigt som β -kaseinandelen var lägre i mjölk från KNS

infekterade juverdelar. I studien av Forsbäck et al. (2010) var enbart 4 av 5 juverdelar konstaterat infekterad av KNS. I den 5:e juverdelen återfanns inga bakterier trots att SCC i mjölken från juverdelen var förhöjd. Leitner et al. (2006) fann även att proteospeptoninnehållet höjs, ostmassans fasthet försämras och koaguleringstiden förlängs i mjölk från en KNS infekterad juverdel.

Streptococcus agalactiae

Str. agalactiae är en ovanlig juverpatogen i Sverige och orsakar endast 1 % av de kliniska mastiterna (Ericsson Unnerstad et al., 2009) och ännu färre av de subkliniska mastiterna (se tabell 1). Det ser dock ut som att *Str. agalactiae* blir allt mer vanlig, framförallt i robotbesättningar (Persson, 2010 personligt meddelande). *Str. agalactiae* är en obligat juverpatogen och kan endast överleva utanför juvret under en kort tid. Bakterien smittar från ko till ko och den vanligaste smittoöverföringen sker via mjölkutrustning och mjölkare. Kliniska symtom vid en *Str. agalactiae*-infektion kan vara alltifrån milda till måttliga. Sjukdomen upptäcks vanligtvis genom att det förekommer klumpar och flockor i mjölken (Sandholm et al., 1995). *Str. agalactiae* anses som lättbehandlad med penicillin men under senare tid har svårbehandlade fall konstaterats främst i robotbesättningar (Persson, 2010 personligt meddelande).

Studier har visat att vid en infektion av *Str. agalactiae* stiger SCC till runt 850 000 celler/ml mjölk från de infekterade juverdelarna (Klei et al., 1998; Ma et al., 2000). Saeman et al. (1988) fann däremot ett medelvärde på drygt 3 000 000 celler/ml under infektionen. Vid en studie av Seaman et al. (1998) minskade α - och β -kaseininnehållet från 67,8 % till 55,2 % av det totala proteininnehållet vid en subklinisk infektion orsakad av *Str. agalactiae*. De fann även att vissa vassleproteiner ökade från 1 % till 4 % av det totala proteininnehållet. Resultatet från en annan studie visade att den proteolytiska aktiviteten, laktoshalten och pH var högre och koaguleringstiden var längre i mjölk från *Str. agalactiae*-infekterade juverdelar (Klei et al., 1998). Det har även visat sig att mängden fria fettsyror kan öka i mjölk från *Str. agalactiae*-infekterade juverdelar och kan fortsätta att öka under lagring (Ma et al., 2009). Enligt Ma et al. (2009) är det plasmin som bär huvudsakligen ansvaret för protolysen i mjölken. Men enligt Saeman et al. (1988) är det hela 46 % av proteinnedbrytningen som orsakas av endogena enzymer.

Streptococcus uberis

Str. uberis är en så kallad miljöbunden bakterie då den finns runt om i kons miljö i till exempel strö och jord (Pellhagen & Persson Waller, 2006). Symptomen vid en klinisk *Str. uberis*-infektion kan vara allt från lindriga till mycket allvarliga. Vid en akut infektion kan kon få hög feber, bli allmänpåverkad och få ett hårt och svullet juver. Mjölken från en infekterad juverdel blir tjock och flockig (Pellhagen & Persson Waller, 2006). Det varierar om *Str. uberis* är svårbehandlad eller inte men den är ofta lättbehandlad med penicillin (Persson, 2010 personligt meddelande).

Resultaten från en studie visade att SCC kan stiga till över 10 000 000 celler/ml i mjölk från *Str. uberis*-infekterade juverdelar men det varierar från ko till ko. Enligt samma studie förekommer det en förhöjd andel av fria aminoterminaler och enzymerna cathepsin D samt cathepsin B vid en subklinisk infektion orsakad av *Str. uberis*. Den ökade mängden av aminoterminaler tyder på en större andel nedbrutet kasein i mjölk från den infekterade juverdelen (Larsen et al., 2004). Det har även visat sig att *Str. uberis* producerar plasminogenaktivatorer (Leigh, 1999). Däremot visade Larsen et al. (2004) att förekomsten av

plasmin i början av infektionsprocessen inte är signifikant högre i mjölk från *Str. uberis* infekterade juverdelar än i friska juverdelar (Larsen et al., 2004)

Resultaten från en studie visade att vid klinisk mastit orsakad av *Str. uberis* får mjölken ökat innehåll av totalt protein samtidigt som laktosinnehållet minskar och det förekommer numeriska ökningar i vassleproteinhalten. De fann i studien att en infektion av *Str. uberis* inte påverkar sammansättningen på mjölken nämnvärt (Coulon et al., 2002).

Diskussion

Syftet med arbetet var att jämföra hur några av de vanligaste mastitpatogenerna i Sverige påverkar sammansättningen på mjölken och juverhälsan. De mastitpatogener som jämfördes ur mjölkqualitet- och juverhälsosynpunkt var *S. aureus*, *Str. dysgalactiae*, *Str. uberis*, *E. coli*, KNS och *Str. agalactiae*. Hypotesen var att en bakterie som är allvarlig ur juverhälsosynpunkt inte behöver vara lika allvarlig ur mjölkqualitetssynpunkt och vice versa.

Tabell 3. De olika patogenernas inverkan på SCC, kaseinnedbrytning och ystningsegenskaper i mjölk från infekterade juverdelar

Patogen	SCC (celler/ml)	Kasein- nedbrytning	Ystnings- egenskaper	Referenser
<i>Streptococcus dysgalactiae</i>	3 100 000	Stor	Stor negativ påverkan	Leitner et al. (2006), Merin et al. (2008)
<i>Escherichia coli</i>	4 000 000	Stor	Negativ påverkan	Moussaoui et al. (2004), Leitner et al. (2006), Morales et al. (2003)
<i>Staphylococcus aureus</i>	700 000- 900 000	Viss– ingen	Viss negativ påverkan	Leitner et al. (2006), Coulon et al. (2002)
Koagulas-negativa stafylokocker	500 000	Viss– ingen	Viss negativ påverkan	Leitner et al. (2006), Coulon et al. (2002), Pyörälä & Taponen (2009)
<i>Streptococcus agalactiae</i>	850 000 ^a (3 000 000) ^b	Förekommer	Negativ påverkan,	Klei et al. (1998), Ma et al. (2000), Saeman et al. (1998)
<i>Streptococcus uberis</i>	10 000 000	Förekommer troligtvis men osäkert i vilken omfattning	Uppgift saknas	Pellhagen & Persson Waller (2006), Larsen et al. (2004)

^aEnligt Klei et al. (1998) och Ma et al. (2000)

^bEnligt Saeman et al. (1998)

Tabell 4. De olika patogenernas symptom, antibiotikarespons och smittospridning

Patogen	Symptom	Antibiotikarespons	Smittospridning	Referenser
<i>Streptococcus dysgalactiae</i>	Uppgift saknas	Ofta lättbehandlad	Från stallmiljön och mellan kor	Persson (2010), NMC (2010)
<i>Escherichia coli</i>	Allvarliga	Svårbehandlad men kan läka utan antibiotika	Via kontakt med avföring	Moussaoui et al. (2004), Sandholm et al. (1995), Persson (2010)
<i>Staphylococcus aureus</i>	Allvarliga	Svårbehandlad	Mellan kor	Sandholm et al. (1995), Persson (2010)
koagulas-negativa stafylokocker	Milda	Lättbehandlad	Från stallmiljön	Pyörälä & Taponen (2009), Persson (2010)
<i>Streptococcus agalactiae</i>	Milda – måttliga	Lättbehandlad men svårbehandlade fall förekommer	Mellan kor, via mjölkare och mjölkutrustning	Sandholm et al. (1995), Persson (2010),
<i>Streptococcus uberis</i>	Milda - allvarliga	Ofta lättbehandlad	Från stallmiljön	Pellhagen & Persson Waller (2006), Persson, (2010)

Tillsammans med *E. coli* är *Str. dysgalactiae* en av den mest allvarliga patogenen när det gäller mjölksammansättning (se tabell 3). De flesta mastiter som orsakas av *Str. dysgalactiae* är kliniska, men samtidigt är de oftast lättbehandlade med penicillin och behöver inte vara allvarliga ur juverhälsosynpunkt (se tabell 4). Bakterien är därför allvarlig ur mjölkvalitetssynpunkt men inte lika allvarlig ur juverhälsosynpunkt och därmed stämmer hypotesen när det gäller en infektion av *Str. dysgalactiae*.

E. coli är en av de mastitpatoger som påverkar sammansättningen på mjölken mest. En *E. coli*-infektion kan även leda till allvarlig sjukdom som ibland kan leda till döden (Sandholm et al., 1995). Därför kan en *E. coli*-infektion i juvret anses som allvarlig både ur mjölkvalitets- och juverhälsosynpunkt. Vid en infektion av *E. coli* kan därmed hypotesen förkastas.

S. aureus är en av de mest fruktade mastitpatogenerna ur juverhälsosynpunkt. Samtidigt är den en av de mastitpatogener som påverkar mjölkvaliteten minst. Det förekommer dock ibland nedbrytning av kasein i mjölken vilket även förklarar de försämrade egenskaperna för ostbildning (Leitner et al., 2006). Detta tyder på att en mastitpatogen som är allvarlig ur juverhälsosynpunkt och smittsynpunkt inte behöver vara lika allvarlig ur mjölkvalitetssynpunkt och när det gäller en infektion av *S. aureus* stämmer därmed hypotesen.

Det råder delade meningar om hur mjölksammansättningen påverkas av en KNS-infektion. Enligt Leitner et al. (2006) påverkas inte vassleprotein- och laktosmängden av en KNS-infektion vilket det gör enligt Forsbäck et al. (2010). Detta kan bero på att Leitner et al. (2006) endast använde sig av en art av KNS det vill säga *S. chromogenes* och i studien med Forsbäck et al. (2010) förekom det troligtvis olika KNS, detta framkom dock inte av rapporten. Troligtvis är det så att olika KNS inte påverkar mjölkvaliteten på samma sätt. Mastiter som orsakas av KNS är vanligtvis inte allvarliga varken ur juverhälsosynpunkt eller mjölkvalitetssynpunkt om man jämför med övriga patogener. I vissa fall förekommer det

resistens mot penicillin vilket gör att KNS blir allvarligare ur juverhälsosynpunkt. Vid en infektion av KNS förkastas därmed vanligtvis hypotesen.

När det gäller SCC i mjölk från *Str. agalactiae*-infekterade juverdelar råder det delade meningar. Detta kan bero på att vid olika undersökningar har det troligtvis inte använts samma stam av *Str. agalactiae*. Klie et al. (1998) och Ma et al. (2000) har använt sig av samma stam i sina undersökningar och har därmed fått ungefär samma SCC (ca 850 000 celler/ml). Däremot är det oklart vilken stam Saeman et al. (1988) använde sig av. Om de använde sig av en annan stam kan detta eventuellt förklara att de fick ett mycket högre SCC (3 000 000 celler/ml). En infektion av *Str. agalactiae* är oftast inte så allvarlig i juverhälsosynpunkt men kan få stora konsekvenser på sammansättningen av mjölken då laktos- och kaseinhalten minskar samtidigt som vasslehalten, fria fettsyror och vattenhalten i ostmassan ökar. Detta tyder på att vanligtvis stämmer hypotesen vid en infektion av *Str. agalactiae*.

En infektion av *Str. uberis* behöver inte vara allvarlig ur juverhälsosynpunkt. Få studier är emellertid gjorda över hur mjölksammansättningen påverkas. Leigh et al. (1999) fann dock att antalet fria aminoterminaler ökade i mjölk från *Str. uberis*-infekterade juverdelar. Detta tyder på att proteinstrukturen skadats och att det finns proteolytisk aktivitet i mjölken. Förekomsten av endogena och mikrobiella enzymer styrker detta påstående. Det är oklart huruvida hypotesen stämmer när det gäller en infektion av *Str. uberis*.

Både *E. coli* och *Str. agalactiae* kan ge drastiska höjningar av SCC i mjölk från infekterade juverdelar och i båda fallen har studier visat att det inte är plasmin som ansvarar för den huvudsakliga nedbrytningen av kasein. Det är istället endogena enzymer vilka producerats av somatiska celler som står för den huvudsakliga nedbrytningen av kasein (Saeman et al., 1988; Dafour et al., 2009). Enligt Ma et al. (2000) är det plasmin som bär det huvudsakliga ansvaret för nedbrytningen av kasein i mjölk från en *Str. agalactiae*-infekterad juverdel. I den studien var genomsnittet för SCC runt 850 000 celler/ml i mjölk från infekterade juverdelar. En förklaring till detta skulle kunna vara att ju högre SCC desto mer av proteolysen orsakas av endogena enzymer från de somatiska cellerna. Om det är så att SCC är avgörande för vilken typ av enzym som står för nedbrytningen av kaseinet, borde även de endogena enzymerna stå för den huvudsakliga nedbrytningen av kasein i *Str. uberis*-infekterad mjölk, då SCC kan stiga upp till 10 000 000 celler/ml i mjölk från *Str. uberis*-infekterade juverdelar. Enligt Leigh et al. (1999) ökar både aktiviteten av de endogena enzymerna cathepsin D och B samt plasmin. Vad som inte framkommer är proportionen mellan dessa vilket skulle vara intressant i detta fall. Larsen et al. (2004) fann däremot ingen signifikant skillnad av plasmin i början av infektionsprocessen jämfört med innan infektionstillfället. Detta kan styrka påståendet att i mjölk med hög SCC står endogena enzymer från somatiska celler för den största delen av nedbrytningen av kasein.

I de studier som gjorts på området har man oftast studerat enbart bakterieart utan att gå in på vilka stammar av bakterien som studerats. Det är möjligt att olika stammar påverkar både mjölk kvaliteten och juverhälsan på olika sätt. Som nämndes tidigare påverkas eventuellt inte sammansättningen på mjölken likadant vid olika stammar av *Str. agalactiae* (Saeman et al., 1988; Klie et al., 1998; Ma et al., 2000). Det har även visat sig att olika stammar från en bakterie inte reagerar på antibiotikabehandling på samma sätt. Vissa stammar är till och med resistenta mot olika typer av antibiotika (Persson, 2010 personligt meddelande).

I arbetet togs det upp hur känsliga olika mastitpatogener är för behandling. Det är väldigt svårt att säga hur olika bakterier reagerar på antibiotikabehandling då det är flera faktorer som

spelar in. Som nämndes tidigare kan olika stammar av en bakterie reagera på olika sätt. Det spelar också in hur allvarliga symptom kon har och hur snabbt behandlingen sätts in. Det finns även individuella skillnader i kornas immunstatus och även typ av besättning spelar in på hur bakterien reagerar på behandling (Persson, 2010 personligt meddelande).

Arbetet har främst baserats på studier som gjort experiment på den levande kon (*in vivo*), men även några *in vitro*-studier har tagits upp. Det är viktigt att vara medveten om att vid en *in vitro*-studie tas det enbart hänsyn bakteriens effekt. Vid en *in vivo*-studie innehåller mjölken även andra komponenter som producerats av kons egna celler t.ex. blodkomponenter och enzymer. I en *in vitro*-studie av Proos (2009) visade det sig att *S. aureus* påverkade nedbrytningen av kasein betydligt vid inkubation i 37°C, vilket inte stämmer med Leitner et al. (2006). Detta beror troligtvis på att i *in vitro*-studien förekommer det inga antimikrobiella substanser från immunsystemet som bekämpar bakterierna. *S. aureus* kunde därför tillväxa obehindrat utan att hämmas. Den kaseinnedbrytning som förekom beror troligtvis av de enzymer som produceras av bakterien. Detta tyder på att *S. aureus* tillverkar enzym som bryter ner kasein.

De flesta studier som undersöker huruvida mjölk från kor med mastit påverkar sammansättningen på mjölken fokuserar på hur högt SCC påverkar mjölksammansättningen. Det är sällan det lagts någon fokus på om det är skillnad på hur olika mastitpatogener påverkar sammansättningen. De studier som undersöker olika bakteriers inverkan på mjölksammansättningen fokuserar oftast enbart på en bakterie. Det kan därför vara svårt att jämföra olika bakterier då olika undersökningar inte fokuserar på samma sak och använder sig ibland av olika metoder. För att få en bättre insikt i ämnet behövs det därför göras fler studier där man undersöker flera bakterier i samma studie.

Klarhet i huruvida olika mastitpatogener påverkar mjölk kvaliteten i relation till juverhälsan kan underlätta för lantbrukarna, rådgivarna och mejerierna. Om en lantbrukare med säkerhet vet att en ko med förhöjt SCC är infekterad med en specifik patogen kan han/hon vidta lämpliga åtgärder i samråd med sin rådgivare.

Ett system som bygger på vetskap om vilken patogen som orsakat infektionen i juvret skulle därför gynna mejeriet då mjölk av dålig kvalitet inte levereras till mejerierna. Mjölk med hög kvalitet kan därför öka lönsamheten för lantbrukaren och mejerierna samt bidra till en mer hållbar mjölkproduktion.

Slutsats

En bakterie som är allvarlig ur juverhälsosynpunkt behöver inte vara lika allvarlig ur mjölk kvalitetsynpunkt och vice versa. *Str. dysgalactiae* är oftast inte allvarlig för juverhälsan men kan få förödande konsekvenser för kvaliteten på mjölken. *E. coli* kan vara allvarlig både ur juverhälso- och mjölk kvalitetsynpunkt. *S. aureus* är allvarlig i juverhälsosynpunkt men inte lika allvarlig i mjölk kvalitetsynpunkt. KNS är varken allvarlig ur juverhälso- eller mjölk kvalitetsynpunkt om man jämför med övriga bakterier. *Str. agalactiae* kan vara allvarlig för juverhälsan om den är svårbehandlad, den kan även ge allvarliga konsekvenser för mjölk kvaliteten. *Str. uberis* behöver inte vara allvarlig för juverhälsan och det är oklart hur allvarlig den är ur mjölk kvalitetsynpunkt. De slutsatser som redovisas om olika patogeners inverkan på mjölk kvalitet är baserade på ett fåtal studier och bör därför tas med försiktighet.

Referenslista

- Auldist, M. J., Hubble, I.B. 1998. Effects of mastitis on raw milk and dairy products. The Australian Journal of Dairy Technology 53, 28-36
- Barkema, H. W., Schukken, Y. H., Lam, T. J. G. M., Galligan, D. T., Beiboer, M. L., Brand, A. 1997. Estimation of interdependence among quarters of the bovine udder with subclinical mastitis and implications for analysis. Journal of Dairy Science 80, 1592-1599
- Bastian, E. D., Brown, R.J. 1996. Plasmin in milk and dairy products: an update. International Dairy Journal 74, 369-388
- Burvenich, C., Van Merris, V., Mehrzad, J., Diez-Fraile, A., Duchateau, L. 2003. Severity of *E.coli* mastitis is mainly determined by cow factors. Veterinary Research 34, 521-564
- Coulon, J-B., Gasqui, P., Barnouin, J., Ollier, A., Pradel, P., Pomies, D. 2002. Effect of mastitis and related-germ on milk yield and composition during naturally-occurring udder infections in dairy cows. Animal Research 51, 383-393
- Dufour, D., Jameh, N., Dary, A., Le Roux, Y. 2009. Short communication: Can the mammapathogenic *Escherichia coli* P4 strain have a direct role on the caseinolysis of milk observed during bovine mastitis? Journal of Dairy Science 92, 1398- 1403
- Fox, P. F., Kelly, A. L. 2005. Indogenous enzymes in milk: overview and historical aspects- part 1. International Dairy Journal 16, 500-526
- Forsbäck, L., Lindmark-Månsson, H., Andrén, A., Svennersten-Sjaunja, K. 2010. Evaluation of quality changes in udder quarter milk from cows with low-to-moderate somatic cell counts. Animal 4:4, 617-626
- Ericsson Unnerstad, H., Lindberg, A., Persson Waller, K., Ekman, T., Artursson, K., Nilsson-Öst, M., Bengtsson, B. 2009. Microbial aetiology of acute clinical mastitis and agent-specific risk factors. Veterinary Microbiology 137, 90-97
- Hogan, J., Smith, L. 2002. Coliform mastitis. Review. Veterinary Research 34, 507-519
- Kelly, A. L., O'Flaherty, F., Fox, P. F. 2006. Indogenous proteolytic enzymes in milk: A brief overview of the present state of knowledge. International Dairy Journal 16, 563-572
- Klei, L., Yun, J., Sapru, A., Lynch, J., Barbano, D., Sears, P., Galton D. 1998. Effects of milk somatic cell count on cottage cheese yield and quality. Journal of Dairy Science 81, 1205-1213
- Larsen, L. B., Rasmussen, M. D., Bjerring, M., Nielsen, J. H. 2004. Proteases and protein degradation in milk from cows infected with *Streptococcus uberis*. International Dairy Journal 14, 899-907
- Le Roux, Y., Laurent, F., Moussaoui, F. 2003. Polymorphonuclear proteolytic activity and milk composition change: A review. Veterinary Research 34, 629-645
- Leigh, J. A. 1999. *Streptococcus uberis*: A Permanent Barrier to the Control of Bovine Mastitis? The Veterinary Journal 157, 225-238
- Leitner, G., Eligulashvily, R., Krifucks, O., Perl, S., Saran, A. 2003. Immun cell differentiation in mammary gland tissues and milk of cows chronically infected with *Staphylococcus aureus*. Journal of Veterinary Medicine 50, 45-52
- Leitner, G., Krifucks, O., Merin, U., Lavi, Y., Silanikove, N. 2006. Interaction between bacteria type, proteolysis of casein and physico-chemical properties of bovine milk. International Dairy Journal 16, 648-654
- NMC, National mastitis Council 1996. <http://www.nmconline.org/articles/contagious.htm> (hämtat 2010-03-11)

- Ma, Y., Ryan, C., Barbano, D.M., Galton, D.M., Rudan, M.A., Boor, K.J. 2000 Effects of somatic cell count on quality and shelf-life of pasteurized fluid milk. *Journal of Dairy Science* 83, 264-274
- Merin, U., Fleminger, G., Komanovsky, J., Silanikove, N., Bernstein, S., Leitner, G. 2008. Subclinical udder infection with *Streptococcus dysgalactiae* impairs milk coagulation properties: The emerging role of proteose peptones. *Dairy Science Technology* 88, 407-419
- Morales, P., Fernández-Geracia, E., Nuñez, M. 2003. Caseinolysis in cheese by Enterobacteriaceae strains of dairy origin. *Letters in Applied Microbiology* 37, 410-414
- Moussaoui, F., Vangroenweghe, F., Haddadi, K., Le Roux, Y., Laurent, F., Duchateau, L., Burvenich, C. 2004. Proteolysis in milk during experimental *Escherichia coli* mastitis. *Journal of Dairy Science* 87, 2923-2931
- Paape, M., Mehrzad, J., Zhao, X., Detilleux, J., Burvenich, C. 2002. Defence of the bovine mammary gland by polymorphonuclear neutrophil leukocytes. *Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia* Vol, 7, No.2
- Pellhagen, I. & Persson Waller, K. 2006. *Streptococcus uberis*- nya rön om en gammal juverpatogen. *Svensk Veterinärtidning*. Nummer 2
- Persson, Y. Mars 2010. Personligt meddelande. Leg veterinär. SVA
- Proos, A. S. 2009. The growth of mastitis pathogens in milk and their impact on proteolysis of caseins. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för livsmedelsvetenskap. Examensarbete
- Pyörälä, S., Taponen, S. 2009. Coagulase-negative staphylococci – emerging mastitis pathogens. *Veterinary Microbiology* 134 (1/2), 3- 8
- Saeman, A. I., Verdi, R. J., Galton, D.M., Barbano, D. M. 1988. Effect of mastitis on proteolytic activity in bovine milk. *Journal of Dairy Science* 71(2), 505-512
- Sandholm, M., Hankanen-Buzalski, T., Kartinen, L., Pyörälä, S. 1995. The bovine udder and mastitis. University of Helsinki, Faculty of Veterinary Medicine. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä
- Sjaastad, Ø.V., Hove, K., Sand, O. 2003. Lactation In: *Physiology of domestic Animals*. (ed.Steel C.) 673-694. Scandinavian Veterinary Press, Oslo
- SVA- Statens veterinärmedicinska anstalt. Hemsida (online) (2007-04-02). Tillgänglig: http://www.sva.se/navigera/tjanster_produkter/Bakteriologi/Mastit/Vad-ar-mastit (2010-03-08)
- Thorberg, B. M., Danielsson- Tham, M. L., Emanuelson, U., Persson Waller, K. 2009. Bovine subclinical mastitis caused by different types of coagulase- negative staphylococci. *Journal of Dairy Science* 92 (10), 4962- 4970
- Walstra, P., Wouters, J. T. M., Geurts, T. J. 2006. *Dairy Science and Technology*. 2:a utgåvan. CRC Press. New York

Nr	Titel och författare	År
293	Hästhållning i Sverige 2009 – Intervjuer med 52 hästhållare i 5 kommuner Horse keeping in Sweden 2009 – Interviews with 52 horsekeepers in 5 municipalities 30 hp D-nivå Sandra Wallberg	2010
294	Distillers Dried Grains with Solubles as a protein source for broiler chickens 30 hp E-nivå Ylva Freed	2010
295	Effects of peat and wood shavings as bedding on the faecal microflora of horses 30 hp E-nivå Louise Hübinette	2010
296	Inverkan av SPC på induktion av protein AF och produktionsresultat hos slaktkyckling 30 hp D-nivå Jessica Lundqvist	2010
297	Bacterial contamination of eggshells in aviary system and conventional cages in Jordan 15 hp C-nivå Åsa Karlsson	2010
298	Calcium homeostasis at calving in cows milked prepartum 30 hp E-nivå Sabine Ferneborg	2010
299	Placentan och livmoderns samspel och inverkan på utvecklingen av mjölkkörtelvävnad The interplay between uterus and placenta and their effect on mammary gland development 15 hp C-nivå Carolin Engström	2010
300	Kraftfoders påverkan på hästars prestation The impact of concentrates on exercise performance of the horse 15 hp C-nivå Jonna Kangas	2010
301	Mykotoxiner och deras effekt på hästens hälsa Mykotoxins and their effects on horse health 15 hp C-nivå Helen Pilskog	2010

I denna serie publiceras examensarbeten (motsvarande 15 eller 30 högskolepoäng) samt större enskilda arbeten (15-30 högskolepoäng) vid Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges Lantbruksuniversitet. En förteckning över senast utgivna arbeten i denna serie återfinns sist i häftet. Dessa samt tidigare arbeten kan i mån av tillgång erhållas från institutionen.

DISTRIBUTION:
Sveriges Lantbruksuniversitet
Institutionen för husdjurens utfodring och vård
Box 7024
750 07 UPPSALA
Tel. 018-67 28 17
